مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۲، شماره ۲، سال ۱۳۹۵

ارزیابی لاین‌های گزینش شده از توده‌های بومی بادمجان (*Solanum melongena* L.)

Evaluation of Selected Lines from Eggplant (*Solanum melongena* L.) Landraces

محمود باقری[۱]، ساسان کشاورز[۲] و علی کاخکی[۳]

۱ و ۲- به ترتیب مربی و محقق، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۹

چکیده

باقری، م.، کشاورز، س. و کاخکی، ع ۱۳۹۵. ارزیابی لاین‌های گزینش شده از توده‌های بومی بادمجان (*Solanum melongena* L.). **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۲:** ۱۸۰- ۱۶۵.

در این مطالعه یازده توده بومی بادمجان (*Solanum melongena* L.) ایران در قالب دو آزمایش جداگانه و به مدت سه سال در برنامه اصلاحی انتخاب لاین خالص مورد بررسی قرار گرفتند. سال اول و دوم، هر دو آزمایش به طور جداگانه در منطقه ورامین و سال سوم به صورت یک آزمایش واحد در چهار منطقه ورامین، مشهد، مازندران و میناب انجام شد. در آزمایش اول، توده‌های محلی قلمی ورامین، چاه‌بلند نیشابور، سرخون بندرعباس، جویبار مازندران و قصری دزفول و در آزمایش دوم، توده‌های پابلند یزد، دستگرد اصفهان، جهرم، لرستان، شندآباد و برازجان بررسی شدند. انتخاب در سال اول به صورت مشاهده‌ای بود که در نهایت ۴۷ تک بوته در آزمایش اول و ۳۶ تک بوته در آزمایش دوم انتخاب شدند. در سال دوم آزمایش که به صورت آگمنت اجرا شد، ۱۶ و ۱۹ لاین به ترتیب از آزمایش‌های اول و دوم انتخاب شدند. سال سوم آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که با انجام تجزیه‌های جداگانه، مرکب و تجزیه پایداری به روش AMMI برای صفت عملکرد و منظور کردن خصوصیات کیفی لاین‌ها، نهایتاً ۲۲ لاین برتر جهت انجام مراحل آتی به‌نژادی انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: بادمجان، عملکرد، خصوصیات کیفی، تجزیه مرکب، تجزیه پایداری، AMMI.

نویسنده مسئول: bagh313@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۹۸۳

مقدمه

بادمجان (Eggplant, Aubergine or Brinjal) با نام علمی *Solanum melongena* L. گیاهی خودگشن از خانواده بادمجانیان (Solanaceae) است. سطح زیر کشت و میزان تولید بادمجان دنیا به ترتیب حدود ۱/۶۵ میلیون هکتار و ۴۸/۵ میلیون تن با متوسط عملکرد حدود ۲۹/۳ تن در هکتار است. چین با ۲۸/۸ میلیون تن، هند با ۱۳/۵ میلیون تن و ایران با ۱/۵۳ میلیون تن رتبه‌های اول تا سوم تولید دنیا را در اختیار دارند. سطح زیر کشت و عملکرد بادمجان در ایران به ترتیب ۳۴۴۰۰ هکتار و ۴۴/۴ تن در هکتار است (Anonymous, 2012).

یک توده بومی مخلوطی از ژنوتیپ‌های مختلف می باشد که تا حد زیادی به وسیله گزینش طبیعی یا مصنوعی بوجود آمده است (Harlan, 1975). ارقام بومی گیاهان زراعی و خویشاوندان وحشی آن‌ها به دلیل قدمت و سازگاریشان به شرایط زیستی و عوامل نامساعد محیطی مناطق ذیربط دارای مناسب‌ترین ژن‌ها بوده و تنوع ژنتیکی مورد نیاز به‌نژادگران نباتات را تامین می کند (Vojdani, 1993).

در به‌نژادی گیاهان خودبارور بدون انجام دورگ‌گیری از دو روش گزینش به نام‌های گزینش توده‌ای (Mass selection) و گزینش لاین‌های خالص (Pure line selection) استفاده می کنند (Farsi and Bagheri, 2006). کارایی گزینش معمولاً به میزان تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری صفت و روش گزینش بستگی دارد. روش به‌نژادی انتخاب لاین خالص (انتخاب تک بوته) روش مناسب برای به‌نژادی توده‌های محلی گیاهان خودگشن بوده و یکی از مؤثرترین روش‌ها برای استفاده حداکثر از پتانسیل ژرم‌پلاسم موجود است. با استفاده از این روش در گیاهان خودگشن مختلف و همچنین در سبزیجات خودگشن، لاین‌ها و ارقام مطلوب بسیاری معرفی شده‌اند (Kallo and Berg, 1993 ؛Kallo, 1988). توده‌های محلی بادمجان همانند سایر گیاهان خودگشن مخلوطی از لاین‌های خالص هستند که با اعمال گزینش در این توده‌ها می‌توان لاین‌های برتر را از نظر صفات مورد نظر انتخاب کرد (Hari, 2003).

هاری (Hari, 2003) گزینش تک‌بوته را برای رسیدن به لاین‌های خالص در توده‌های بادمجان جمع‌آوری شده از مزارع کشاورزان توصیه و گزارش کرد که روش انتخاب لاین خالص منتج به معرفی ارقام مختلف بادمجان در هند شده است.

برای مقایسه ژنوتیپ‌ها زمانی که تعداد آن ها زیاد باشد یا ماده ژنتیکی (بذر) کمی در اختیار باشد می توان از طرح‌های آگمنت استفاده کرد که امکان آزمون‌های آماری را نیز به دست می‌دهد در هر بلوک از تعدادی تیمار شاهد استفاده و در بقیه کرت‌ها، ژنوتیپ‌های مورد مقایسه بدون تکرار کشت می‌شوند. با تشکیل جدول تجزیه واریانس با موازین طرح پایه،

واریانس خطای آزمایش از روی تیمارهای شاهد تعیین و سپس کلیه ژنوتیپ‌ها با استفاده از آزمون های مقایسه میانگین با یک دیگر مقایسه می‌شوند. مهم‌ترین عامل در طرح‌های آزمایشی درجه آزادی خطای آزمایش است که اعتبار یک آزمایش را از نظر آماری تعیین می کند. حد بحرانی که در منابع مختلف ذکر شده متفاوت است ولی در اکثر منابع حداقل درجه آزادی، ۱۰ ذکر شده است. در طرح‌های آگمنت نیز این موضوع بایستی مورد توجه قرار گیرد و تعداد شاهد و بلوک به نوعی انتخاب شود که حداقل درجه آزادی خطای آزمایش ۱۰ تامین شود (Yazdi Samadi *et al*., 1998).

متاسفانه تاکنون کار به‌نژادی چندانی در مورد این گیاه در ایران انجام نشده و توده‌های بومی موجود در معرض فرسایش ژنتیکی قرارگرفته‌اند. عملکرد و بالاخص عملکرد قابل عرضه به بازار و همچنین بازارپسندی در توده‌های داخلی به واسطه غیریکنواختی میوه‌ها پایین است و لذا قابلیت رقابت با ارقام خارجی را ندارند. توده‌های بومی بادمجان زیادی در مناطق مختلف کشور وجود دارد که مهم‌ترین این توده‌ها مثل چاه‌بلند نیشابور، جویبار مازندران، قلمی ورامین، سرخون بندرعباس، قصری دزفول، جهرم، برازجان، دستگرد اصفهان، یزد، لرستان و شندآباد در سال‌های اخیر جمع آوری شده‌اند (Bagheri and Keshavarz, 2011). هدف از این تحقیق انتخاب لاین‌های خالص با ویژگی‌های کیفی و کمی برتر از این توده‌ها بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب دو آزمایش جداگانه و به مدت سه سال انجام شد. در آزمایش اول، توده‌های محلی قلمی ورامین (V)، چاه‌بلند نیشابور (N)، سرخون بندرعباس (B)، جویبار مازندران (M) و قصری دزفول (D) و در آزمایش دوم، توده‌های پابلند یزد (Y)، دستگرد اصفهان (E)، جهرم (J)، لرستان (L)، شندآباد (SH) و برازجان (BJ) مورد مطالعه قرار گرفتند. سال‌های اول و دوم این دو آزمایش به طور جداگانه در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ورامین انجام شد. لاین‌های گزینش شده از این دو آزمایش جمع‌آوری و در سال سوم در چهار منطقه ورامین، مازندران، میناب و مشهد ارزیابی شدند. روش انجام آزمایش‌ها در این سه سال به شرح زیر بود:

سال اول

در این سال دو آزمایش انجام شد. در هر آزمایش تولید نشاء در تونل پلاستیکی انجام شد و نشاءها در اواسط اردیبهشت ماه به مزرعه منتقل شدند. از هر توده ۴۰۰ بوته در چهار خط ۱۰۰ متری کاشته شد. فاصله پشته‌ها از هم‌دیگر ۱/۵ متر، فاصله روی ردیف ۱ متر بود و بوته‌ها در دو طرف پشته انجام کاشته شدند. بین هر دو توده مجاور نیز پنج متر فاصله در نظر گرفته شد.

در اولین مرحلهٔ انتخاب با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی مانند تیپ بوته، رشد مطلوب و مقاومت ظاهری به آفات و بیماری‌های موجود در مزرعه، ابتدا از هر توده ۶۰ تک بوته انتخاب و شماره‌گذاری شدند. صفاتی چون ارتفاع گیاه، جثه گیاه، مقاومت به آفات و بیماری‌ها، تعداد میوه، میانگین وزن میوه، عملکرد، طول و قطر میوه، شکل میوه، رنگ و شدت رنگ میوه، میانگین مقدار بذر میوه، تعداد روز تا اولین برداشت و بازارپسندی میوه برای این بوته‌ها یادداشت شد. با بررسی این صفات در داخل و بین توده‌ها، انتخاب نهائی بوته‌های مطلوب از هر توده انجام و بذر هر تک بوته به طور جداگانه تهیه شد. بذر تک بوته‌ها در فریزر نگهداری شد تا در سال‌های دوم و سوم تحقیق مورد استفاده قرار گیرد.

سال دوم

در این سال نیز دو آزمایش به طور مجزا و در قالب طرح‌های آماری بدون تکرار آگمنت انجام شد.

آزمایش اول

این آزمایش در قالب یک طرح آماری آگمنت شامل شش بلوک آزمایشی و پنج تیمار شاهد که در حقیقت پنج توده مادری سال اول این آزمایش بودند اجرا شد. با توجه به تعداد تکرار و شاهد درجه آزادی خطای این آزمایش ۲۰ بود که برای طرح آماری آگمنت کاملاً مورد قبول است. توده‌های مادری به عنوان تیمارهای شاهد و به صورت تصادفی در کرت‌های هر تکرار توزیع شدند. چهل و هفت تک بوته منتخب از سال اول این آزمایش، بدون تکرار و در مابقی کرت‌ها توزیع شدند. هر کرت آزمایشی شامل یک خط ده متری بود. فاصله بوته‌ها بر روی ردیف یک متر و فاصله کرت‌ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. یادداشت‌برداری از عملکرد قابل عرضه به بازار و همچنین صفات کیفی میوه انجام شد و در نهایت با توجه به تجزیه و تحلیل‌های آماری و همچنین صفات کیفی خطوط، لاین‌های مطلوب و برتر انتخاب شدند.

آزمایش دوم

این آزمایش در قالب یک طرح آماری آگمنت شامل چهار بلوک آزمایشی و شش تیمار شاهد که در حقیقت شش توده مادری سال اول این آزمایش بودند اجرا شد. با توجه به تعداد تکرار و شاهد درجه آزادی خطای این آزمایش ۱۵ بود که برای طرح آماری آگمنت کاملا مورد قبول است. توده‌های مادری به عنوان تیمارهای شاهد و به صورت تصادفی در کرت‌های هر تکرار توزیع شدند. سی و شش تک بوته منتخب از سال اول این آزمایش، بدون تکرار و در مابقی کرت‌ها توزیع شدند. سایر شرایط اجرای طرح همانند آزمایش اول بود.

سال سوم

لاین‌های منتخب از سال دوم هر دو آزمایش (۱۶ لاین از آزمایش اول و ۱۹ لاین از آزمایش

دوم) بـه همـراه شـاهد قلمـی ورامـین (مجموعـاً ۳۶ تیمار) در قالب یک طرح بلوک‌هـای کامـل تصادفی در سه تکرار و در چهـار منطقـه کشـور شامل ورامین، مشهد، مازندران و مینـاب کاشـته شدند. هر کرت شامل سـه خـط ۱۰ متـری بـود. فاصله بوته بـر روی خطـوط و همچنـین فواصـل بـین خطـوط در هـر کـرت یـک متـر و فاصـله کرت‌ها از هم‌دیگر دو متـر در نظـر گرفتـه شـد. مراقبت‌های معمول زراعی در تمـامی منـاطق بـه عمل آمد و در آخر فصـل عملکـرد میـوه بـرای تیمارهـای مختلـف ثبـت شـد. تجزیـه واریـانس عملکـرد بـرای هـر منطقـه بـه طـور جداگانـه و همچنین تجزیه مرکب داده‌های مجمـوع منـاطق انجام شد. بـرای بررسـی سـازگاری لایـن‌هـا بـه مناطق مختلف علاوه بر محاسبه ضریب تغییرات بـین منـاطق (CV) بـرای هـر ژنوتیـپ، تجزیـه پایداری AMMI نیز انجام شد. با توجه به نتـایج حاصـل از تجزیـه و تحلیـل‌هـای انجـام شـده، ژنوتیپ‌هـای برتـر گـزینش شـدند. بـرای انجـام تجزیــه‌هــای فــوق از نــرم‌افزارهــای SAS، MSTATC و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

سال اول

انتخـاب در سـال اول آزمـایش بـه صـورت مشاهده‌ای بود، بنابراین آزمایش در قالب طـرح آماری اجرا نشد. با توجه بـه صـفات ثبـت شـده برای بوته هـای منتخب ۱ تـا ۶۰ هـر تـوده و بـا تاکید ویژه بر صفات میوه هماننـد طـول و قطـر، رنگ، شکل و بازارپسندی و میزان بذر میوه، در آزمایش اول، هفده بوته از تـودهٔ قلمـی ورامـین (V)، هشت بوته از تودهٔ چـاه‌بلنـد نیشـابور (N)، یازده بوتـه از تـودهٔ قصـری دزفـول (D)، هفـت بوته از تودهٔ جویبار مازندران (M) و چهار بوتـه از تــودهٔ ســرخون بنــدرعباس (B) (مجموعــاً ۴۷ تک بوته) و در آزمایش دوم، هشت بوتـه از تودهٔ دستگرد اصفهان (E)، هشـت بوتـه از تـودهٔ لرستان (L)، هشت بوته از تودهٔ شـندآباد (SH)، شش بوته از تودهٔ پابلند یزد (Y)، چهـار بوتـه از تودهٔ برازجان (BJ) و دو بوته از تودهٔ جهـرم (J) (مجموعـاً ۳۶ تـک بوتـه) انتخـاب و بـذرگیری شدند.

سال دوم

بـرای تجزیـه و تحلیـل داده‌هـای مربـوط بـه عملکـرد در طـرح آمـاری آگمنـت، تیمارهـای شـاهد (تـوده‌هـای مـادری) بـه‌صـورت طـرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شدند.

آزمایش اول

همان‌گونـه کـه در جـدول تجزیـه واریـانس (جدول ۱) مشاهده می‌شود، بلوک‌های آزمایش و همچنــین تیمارهــای شــاهد دارای اخــتلاف معنــی‌دار در ســطح احتمــال ۱٪ بودنــد. بــرای تصحیح عملکرد لاین‌های آزمـایش (تیمارهـای غیرشاهد)، اثر هر بلـوک نـاقص (R_j) محاسـبه و عملکرد لاین‌هـا تصـحیح شـد. مقایسـه میـانگین بـرای عملکردهـای تصـحیح شـده انجـام شـد (Yazdi Samadi *et al.*, 1998). بـرای انجـام

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد تیمارهای شاهد (توده‌های مادری) در طرح آگمنت برای آزمایش اول

Table 1. Analysis of variance for yield of controls in augment design for trial 1

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Replication	تکرار	5	40.93**
Genotype	ژنوتیپ	4	246.65**
Error	اشتباه آزمایشی	20	9.56
CV (%)	درصد ضریب تغییرات		16.05

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: Significant at 1% probability level.

مقایسه میانگین‌ها از اشتباه آزمایشی تجزیه واریانس شاهدها ($MS_E = 9.56$) استفاده شد.

با توجه به LSD های محاسبه شده، مقایسات گوناگونی درون تیمارها، درون شاهدها و بین تیمارها و شاهدها قابل انجام بود. نتیجهٔ مقایسهٔ میانگین توده‌های مادری (شاهدها) به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ این توده‌ها را در سه گروه a، b و c به شرح زیر قرار داد.

$\overline{D}$	$\overline{M}$	$\overline{N}$	$\overline{V}$	$\overline{B}$
27.93	22.37	17.83	17.67	10.62
a	b	b	b	c

مقایسات میانگین بین لاین‌ها و همچنین هر لاین و شاهد مادری انجام شد که در نهایت ۱۶ لاین به عنوان لاین‌های برتر انتخاب شدند (جدول ۲).

آزمایش دوم

تجزیه و تحلیل طرح آگمنت برای آزمایش دوم نیز همانند آزمایش اول انجام شد (جدول ۳). در این آزمایش نیز برای انجام مقایسه میانگین‌ها از اشتباه آزمایشی تجزیه واریانس شاهدها ($MS_E = 4.68$) استفاده شد.

مقایسهٔ میانگین به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪، توده‌های مادری (شاهدها) را در چهار گروه a، b، c و d به شرح زیر قرار داد.

$\overline{E}$	$\overline{L}$	$\overline{J}$	$\overline{Y}$	$\overline{BJ}$	$\overline{SH}$
37.7	31.5	29.7	25.7	19.7	20
a	b	b, c	c	d	d

مقایسه میانگین‌ها بین لاین‌ها و همچنین هر لاین و شاهد مادری منجر به انتخاب ۱۹ لاین به عنوان لاین‌های برتر شد (جدول ۲).

سال سوم

جدول ۴ تجزیه واریانس عملکرد لاین‌های بادمجان را در مناطق مختلف در سال سوم آزمایش نشان می‌دهد. لاین‌های بادمجان در تمامی مناطق دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بودند که این تفاوت کاملاً منطقی و قابل انتظار بود، چراکه این لاین‌ها مستخرج از توده‌های بومی مختلف بادمجان با تنوع بین توده‌ای و درون توده‌ای بودند. در حقیقت با تکیه بر این تنوع موجود بود که این برنامه

جدول ۲- لاین‌های انتخاب شده بادمجان در پایان سال دوم آزمایش

Table 2. Selected lines of eggplant at the end of the second year

شماره لاین Line No.	لاین Line	Maternal landrace	توده مادری	شماره لاین Line No.	لاین Line	Maternal landrace	توده مادری
1	N12	Chahboland Neishabur	چاه بلند نیشابور	19	SH21	Shend-Abad	شندآباد
2	N46	Chahboland Neishabur	چاه بلند نیشابور	20	J10	Jahrom	جهرم
3	N61	Chahboland Neishabur	چاه بلند نیشابور	21	J11	Jahrom	جهرم
4	D7	Ghasri Dezful	قصری دزفول	22	BJ1	Borazjan	برازجان
5	D13	Ghasri Dezful	قصری دزفول	23	BJ30	Borazjan	برازجان
6	D35	Ghasri Dezful	قصری دزفول	24	E17	Dastgerd Esfahan	دستگرد اصفهان
7	D53	Ghasri Dezful	قصری دزفول	25	E28	Dastgerd Esfahan	دستگرد اصفهان
8	V44	Ghalami Varamin	قلمی ورامین	26	E29	Dastgerd Esfahan	دستگرد اصفهان
9	V50	Ghalami Varamin	قلمی ورامین	27	Y3	Paboland Yazd	پابلند یزد
10	V61	Ghalami Varamin	قلمی ورامین	28	Y6	Paboland Yazd	پابلند یزد
11	B5	Sarkhon Bandarabbas	سرخون بندرعباس	29	Y9	Paboland Yazd	پابلند یزد
12	B29	Sarkhon Bandarabbas	سرخون بندرعباس	30	Y23	Paboland Yazd	پابلند یزد
13	B60	Sarkhon Bandarabbas	سرخون بندرعباس	31	L18	Lorestan	لرستان
14	M45	Joybar Mazandaran	جویبار مازندران	32	L27	Lorestan	لرستان
15	M60	Joybar Mazandaran	جویبار مازندران	33	L29	Lorestan	لرستان
16	SH2	Shend-Abad	شندآباد	34	L30	Lorestan	لرستان
17	SH5	Shend-Abad	شندآباد	35	D1	Ghasri Dezful	قصری دزفول
18	SH12	Shend-Abad	شندآباد				

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد تیمارهای شاهد در طرح آگمنت برای آزمایش دوم
Table 3. Analysis of variance for yield of controls in augment design for trial 2

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Replication	تکرار	3	27.30**
Genotype	ژنوتیپ	5	196.40**
Error	اشتباه آزمایشی	15	4.68
CV (%)	درصد ضریب تغییرات		7.89

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: Significant at 1% probability level.

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد لاین‌های بادمجان در مناطق مختلف در سال سوم
Table 4. Analysis of variance for yield of eggplant lines in different locations in the third year

			میانگین مربعات MS			
S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	مشهد Mashhad	مازندران Mazandaran	میناب Minab	ورامین Varamin
Replication	تکرار	2	4581.6**	738.7**	3234.3**	596.2**
Genotype	ژنوتیپ	35	153.9**	153.4**	489.1**	115.0**
Error	اشتباه آزمایشی	70	75.0	46.7	75.0	4.8
CV (%)	درصد ضریب تغییرات		23.0	21.45	15.53	9.79

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: Significant at 1% probability level.

به‌نژادی برای انتخاب لاین‌های خالص بهتر و برتر طرح‌ریزی شد. این نتایج با نظرات هارلن (Harlan, 1975) و وجدانی (Vojdani, 1993) که توده‌های بومی گیاهان خودگشن را مخلوطی از ژنوتیپ‌های مختلف با خصوصیات کمی و کیفی متفاوت می‌دانند همخوانی دارد. جدول ۵ نیز مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها را به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ در مناطق مشهد، مازندران، میناب و ورامین و همچنین میانگین کل عملکرد هر ژنوتیپ را در مجموع مناطق نشان می‌دهد. علاوه بر این میزان عددی ضریب تغییرات بین مناطق برای هر ژنوتیپ نیز محاسبه و در ستون آخر این جدول آورده شده است. کوچک‌تر بودن این عدد معیاری برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر است، چراکه میزان عددی کوچک‌تر ناشی از یکنواختی عملکرد ژنوتیپ مربوطه در مناطق مختلف (پایداری عملکرد) و در نهایت کوچک‌تر شدن میزان عددی انحراف معیار و یا بالا بودن میانگین عملکرد ژنوتیپ در مجموع مناطق و یا هر دو این‌ها است. ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۶، ۲۵،۲۶، ۲۳، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۵

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین عملکرد لاین‌های بادمجان در مناطق مختلف در سال سوم

Table 5. Mean comparison of yied of eggplant lines in different locations in the third year

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ژنوتیپ Genotype	Yield (tha^{-1}) عملکرد مشهد Mashhad	مازندران Mazandaran	میناب Minab	ورامین Varamin	میانگین عملکرد Yield mean (tha^{-1})	درصد ضریب تغییرات بین مناطق ژنوتیپ‌ها Intra locations C.V. of genotypes
1	N12	30.5c-h	7.8efg	62.5a-d	25.0c-f	31.5	73
2	N46	29.2c-h	6.4fg	45.5cd	16.7i-l	24.5	68
3	N61	37.2a-d	15.9a-g	60.6a-d	28.7bc	35.6	52
4	D7	23.9d-h	14.9b-g	59.6a-d	25.0c-f	30.9	64
5	D13	30.2c-h	12.7c-g	58.9a-d	25.3c-f	31.8	61
6	D35	38.5a-c	10.7c-g	52.7a-d	18.0g-k	30.0	64
7	D53	34.9a-f	16.6a-g	48.5cd	18.3g-k	29.6	51
8	V44	24.8c-h	12.8c-g	63.9a-d	19.0g-j	30.1	76
9	V50	26.3c-h	15.7a-g	58.6a-d	15.7jkl	29.1	70
10	V61	24.5c-h	11.2c-g	59.6a-d	17.3h-l	28.2	77
11	B5	34.1a-g	11.0c-g	55.2a-d	12.0lm	28.1	75
12	B29	22.8e-h	9.0d-g	66.5abc	13.0klm	27.8	95
13	B60	20.2gh	5.8g	41.9d	8.3m	19.1	86
14	M45	30.3c-h	20.7a-g	53.3a-d	23.0d-g	31.8	47
15	M60	44.1a-g	12.7c-g	50.9bcd	23.0d-g	32.7	54
16	SH2	34.0b-g	18.1a-g	53.5a-d	22.0e-i	31.9	50
17	SH5	17.9h	17.2a-g	47.6cd	16.7i-l	24.6	62
18	SH12	22.4fgh	27.9abc	62.7a-d	20.3f-j	33.3	59
19	SH21	18.4h	15.8a-g	56.4a-d	19.3g-j	27.5	70
20	J10	28.6c-h	16.3a-g	62.7a-d	20.3f-j	32	66
21	J11	26.7c-h	21.4a-g	61.8a-d	17.0i-l	31.7	64
22	BJ1	24.9c-h	24.5a-f	74.4a	17.7g-l	35.4	0.74
23	BJ30	27.3c-h	33.4a	54.2a-d	22.0e-i	34.2	0.41
24	E17	35.6a-f	24.2a-f	73.3ab	29.7bc	40.8	54
25	E28	35.3a-f	23.0a-g	63.9a-d	27.6bcd	37.4	49
26	E29	28.0c-h	26.8a-d	43.9cd	25.0c-f	30.9	28
27	Y3	32.8c-g	23.5a-g	61.2a-d	26.0b-e	35.9	48
28	Y6	48.2a	31.2ab	52.5a-d	39.0a	42.7	22
29	Y9	47.9ab	26.4a-d	57.3a-d	29.3bc	40.2	37
30	Y23	22.3fgh	23.1a-g	53.8a-d	26.0b-e	31.3	48
31	L18	35.1a-f	25.1a-e	45.7cd	28.0bcd	33.5	27
32	L27	35.4a-f	25.9a-d	51.6a-d	29.6bc	35.6	32
33	L29	35.1a-f	24.2a-f	47.6cd	31.3b	34.5	28
34	L30	36.8a-e	27.4abc	45.0cd	22.7d-h	33	30
35	D1	31.8c-h	17.9a-g	46.1cd	27.7bcd	30.1	39
36	Control	27.3c-h	17.7a-g	53.2a-d	19.3g-j	29.4	56

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

ضریب تغییرات کمتری داشته و لذا قابلیت انتخاب بالاتری داشتند.

نتایج آزمون بارتلت جهت بررسی همگنی واریانس‌ها در مکان‌های مختلف در جدول ۶ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود کای‌اسکور محاسبه شده معنی‌دار نشد و انجام تجزیه مرکب امکان‌پذیر بود.

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد لاین‌های انتخابی بادمجان در چهار منطقه برای سال سوم آزمایش در جدول ۷ درج شده است. همان‌گونه که در این جدول نشان داده شده است، مکان‌های انجام آزمایش و همچنین ژنوتیپ‌های موجود دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ بودند. علاوه بر این، اثر متقابل ژنوتیپ در مکان نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. با توجه به این که مکان‌های انجام

جدول ۶- آزمون بارتلت برای همگنی واریانس های عملکرد مناطق

Table 6. Bartlett's test for homogeneity of yield variance of locations

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	کای اسکور Chi- Square	Pr > Chi-Sq
Location	مکان	3	5.36	0.1473

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب عملکرد لاین‌های بادمجان در چهار منطقه

Table 7. Combined analysis of variance for yield of eggplant lines in four locations

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Location	مکان	3	29984.20**
Rep (Location)	تکرار (مکان)	8	9.84
Genotype	ژنوتیپ	35	253.69**
Genotype × Location	ژنوتیپ × مکان	105	119.34**
Error	خطای آزمایشی	280	8.75
CV (%)	درصد ضریب تغییرات		17.29

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: Significant at 1% probability level.

این آزمایش داری اختلافات اقلیمی کاملاً مشخص و همچنین طول فصل برداشت متفاوتی هستند، لذا معنی‌دار بودن این اثر قابل پیش‌بینی بود. جدول ۸ مقایسه میانگین‌های مربوط به این اثر را به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ نشان می‌دهد. منطقه میناب با متوسط عملکرد ۵۵/۷۳ تن در هکتار بالاترین عملکرد را داشت. بادمجان اصالتاً محصولی چند ساله است که اگر شرایط اقلیمی مساعد وجود داشته باشد می‌توان از یک بار کشت این محصول چندین سال برداشت کرد. ولیکن با توجه به گرمادوست بودن و حساسیت بالا به سرما در اکثر مناطق به صورت یک‌ساله کشت و کار می‌شود. استان هرمزگان از جمله مناطقی است که ما می‌توان این محصول را به صورت چندساله کاشت هرچند به دلیل افت عملکرد در بوته‌های پیر، کشاورزان اغلب ترجیح می‌دهند که حتی این مناطق نیز کشت سالانه این محصول را داشته باشند. برخی از کشاورزان نیز با هرس شاخ و برگ حداقل برای دو سال از یک کشت بهره‌برداری می‌کنند. در این آزمایش طول دوره برداشت و بالطبع تعداد برداشت در منطقه میناب بیشتر از سه منطقه دیگر بود و منجر به تولید عملکرد بسیار بالاتر در این منطقه شد. ناگفته نماند که شرایط اقلیمی موردپسند این محصول یعنی اقلیم گرم نیز در این نتیجه بسیار تأثیرگذار

جدول ۸- مقایسه میانگین عملکرد لاین‌های بادمجان در مناطق مختلف
Table 8. Mean comparison of yield of eggplant lines in different locations

Location	مکان	عملکرد (تن در هکتار) Yield (tha^{-1})
Minab	میناب	55.73a
Mashhad	مشهد	30.45b
Varamin	ورامین	22.41c
Mazandaran	مازندران	18.76d

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.
Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

بوده است. سه منطقه مشهد، ورامین و مازندران نیز به ترتیب با میانگین عملکرد ۳۰/۴۵، ۲۲/۴۱ و ۱۸/۷۶ تن در هکتار در مرتبه‌های بعدی قرار داشتند. آن‌گونه که از نتایج برمی‌آید (جدول ۸) آب و هوای منطقه شمالی کشور برای تولید بادمجان با عملکرد بالا مطلوب نیست، با این‌حال از بعد کیفی، میوه‌های بازارپسندتری در این مناطق تولید می‌شود.

جدول ۹ مقایسهٔ میانگین عملکرد لاین‌های بادمجان را در مناطق مختلف نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تنوع بالائی در متوسط عملکرد لاین‌های مختلف (از ۱۹ تا ۴۰/۸ تن در هکتار) وجود داشت که این تفاوت ناشی از تنوع موجود در اجزاء عملکرد همچون تعداد میوه در بوته، وزن میوه در زمان بازارپسندی، زودرس یا دیررس بودن بوته‌ها و همچنین مقاومت لاین‌ها به تنش‌های زنده و غیرزنده است. لاین E17 مستخرج از توده دستگرد اصفهان با میانگین عملکرد ۴۰/۸ تن در هکتار رتبه اول عملکرد را به خود اختصاص داد. این لاین در تمام مناطق اجرای آزمایش (جدول ۵) جزو لاین های با عملکرد بالا بود. لاین‌های Y6 و Y9 (حاصل انتخاب از توده پابلند یزد) به ترتب با میانگین عملکرد ۴۲/۷ و ۴۰/۲ تن در هکتار بدون اختلاف معنی‌دار با لاین E17 در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. با توجه به این جدول (جدول ۹)، دوازده لاین با میانگین عملکرد بالاتر، دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد آزمایش (توده قلمی ورامین) بودند.

مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل ژنوتیپ در مکان به روش دانکن در سطح احتمال ۱٪ (به دلیل حجم بالا، اطلاعات نمایش داده نشده است) نشان داد که بالاترین عملکردها مربوط به لاین E17 در میناب (۷۴/۴ تن در هکتار)، لاین BJ1 در میناب (۷۳/۳ تن در هکتار)، لاین B29 در میناب

جدول ۹- مقایسهٔ میانگین کل عملکرد لاین‌های بادمجان
Table 9. Mean comparison of total yield of eggplant lines

شماره لاین Line No.	لاین Line	عملکرد Yield (tha^{-1})	شماره لاین Line No.	این Line	عملکرد Yield (tha^{-1})
24	E17	40.8a	1	N12	31.5fghijkl
28	Y6	42.7a	30	Y23	31.3fghijklm
29	Y9	40.2ab	26	E29	30.9fghijklmn
25	E28	37.5bc	35	D1	30.8fghijklmn
3	N61	36.1cd	4	D7	30.7fghijklmn
27	Y3	35.9cd	6	D35	30.5ghijklmn
32	L27	35.7cd	15	M60	30.2hijklmn
22	BJ1	35.4cde	8	V44	30.1hijklmn
33	L29	34.5cdef	7	D53	29.6ijklmn
23	BJ30	34.2cdefg	36	Control	29.5jklmn
31	L18	33.5defgh	9	V50	29.2klmn
18	SH12	33.4defghi	10	V61	28.2klmno
34	L30	33.0defghij	11	B5	28.1lmno
20	J10	32.0efghijk	12	B29	27.8mnop
16	SH2	31.9efghijk	19	SH21	27.5nop
14	M45	31.8efghijkl	17	SH5	24.90p
5	D13	31.7efghijkl	2	N46	24.5p
21	J11	31.6efghijkl	13	B60	19.0q

میانگین‌های هر ستون که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.
Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

(۶۶/۵ تـن در هکتـار)، لایـن V44 در میناب (۶۳/۹ تـن در هکتـار) و کمتـرین عملکردها مربوط به لاین B60 در مازندران (۵/۸ تن در هکتار)، لاین N46 در مازندران (۶/۴ تن در هکتار)، لاین N12 در مازندران (۷/۸ تن در هکتار) و لاین B60 در ورامین (۸/۳ تن در هکتار) بود. یک نمونه شاخص برای وجود اثر متقابل ژنوتیپ در مکان لاین B29 (مستخرج از توده سرخون بندرعباس) است. علی‌رغم این‌که این لاین در مجموع مناطق دارای عملکرد پایین بود، ولی در منطقه میناب که ناحیه بومی این لاین است با عملکرد ۶۶/۵ تن در هکتار در گروه لاین‌های با عملکرد بالا قرار گرفت. در مجموع با توجه به اطلاعات به دست آمده از نتایج سه سال آزمایش، ۲۲ لاین به عنوان لاین‌های برتر شناسایی شدند (جدول ۱۰).

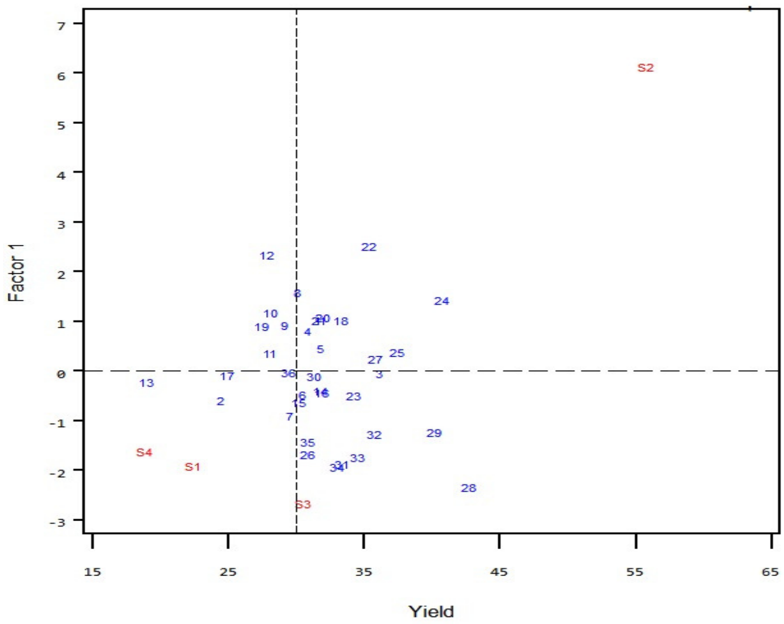
تجزیه پایداری به روش AMMI

با توجه به نمودار بای‌پلات (شکل ۱) میانگین عملکرد در مقابل مولفه اول (مدل AMMI1)، لاین‌های شماره ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۵، ۲۷ و ۳۰ با داشتن کمترین فاصله از خط افقی و همچنین عملکرد بالاتر از میانگین، به دلیل عملکرد و پایداری مناسب لاین‌های قابل گزینش شناخته شدند. لاین‌های شماره ۸، ۱۲، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۵ با داشتن فاصله زیاد از خط افقی، کمترین پایداری را به خود اختصاص دادند. در این بین، برخی از این لاین‌ها همانند لاین‌های ۲۲، ۲۴، ۲۸ و ۲۹ دارای میانگین عملکرد بسیار بالا بوده و با داشتن سازگاری

جدول ۱۰- لاین‌های انتخاب شده بادمجان در پایان سال سوم آزمایش

Table 10. Selected lines of eggplant at the end of the third year

شماره لاین Line No.	لاین line	Maternal landrace	توده مادری	شماره لاین Line No.	لاین line	Maternal landrace	توده مادری
1	N12	Chahboland Neishabur	چاه بلند نیشابور	18	SH12	Shend-Abad	شندآباد
3	N61	Chahboland Neishabur	چاه بلند نیشابور	20	J10	Jahrom	جهرم
4	D7	Ghasri Dezful	قصری دزفول	23	BJ30	Borazjan	برازجان
5	D13	Ghasri Dezful	قصری دزفول	24	E17	Dastgerd Esfahan	دستگرد اصفهان
8	V44	Ghalami Varamin	قلمی ورامین	26	E29	Dastgerd Esfahan	دستگرد اصفهان
10	V61	Ghalami Varamin	قلمی ورامین	27	Y3	Paboland Yazd	پابلند یزد
12	B29	Sarkhon Bandarabbas	سرخون بندرعباس	28	Y6	Paboland Yazd	پابلند یزد
13	B60	Sarkhon Bandarabbas	سرخون بندرعباس	29	Y9	Paboland Yazd	پابلند یزد
14	M45	Joybar Mazandaran	جویبار مازندران	32	L27	Lorestan	لرستان
15	M60	Joybar Mazandaran	جویبار مازندران	33	L29	Lorestan	لرستان
16	SH2	Shend-Abad	شندآباد	35	D1	Ghasri Dezful	قصری دزفول

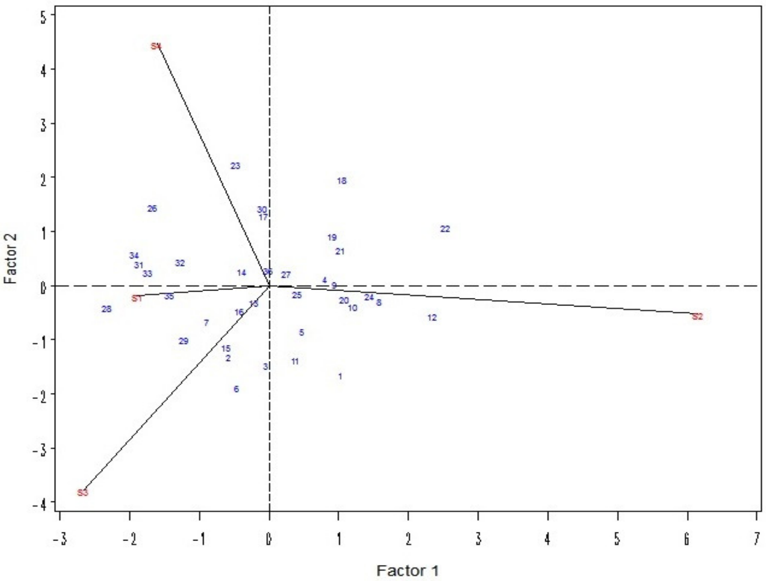


شکل ۱- نمودار بای‌پلات عملکرد بر اساس مولفه اول مدل AMMI1 برای لاین‌های بادمجان
Fig. 1. Biplot for yield based on the first component of AMMII model for eggplant lines

خصوصی به برخی از مکان‌ها قابلیت انتخاب و توصیه را دارند. میانگین عملکرد مکان‌ها نیز به ترتیب مربوط به مکان‌های میناب، مشهد، ورامین و مازندران (S2، S3، S1 و S4) بود. در این مدل هر چه ژنوتیپ‌ها به خط افقی بای‌پلات AMMI نزدیک‌تر باشند، دارای اثر متقابل ژنوتیپ در محیط کمتر و از پایداری عمومی بیشتری برخوردار هستند، بنابراین برای اکثر مکان‌ها قابل توصیه خواهند بود (Gauch and Zobel, 1997).

با توجه به نمودار بای‌پلات مدل AMMI2 که از پلات کردن دو مولفه اصلی اول ایجاد می‌شود (شکل ۲)، لاین‌های شماره ۴، ۵، ۹، ۱۳، ۱۴، ۱۶، ۲۵، ۲۷ و ۳۶ با کمترین فاصله از مرکز نمودار پایدارترین لاین‌ها بودند. لاین‌ها شماره ۴، ۵، ۱۴، ۱۶، ۲۵ و ۲۷ نیز با داشتن متوسط عملکرد بالاتر از میانگین (شکل ۱ و جدول ۸) قابلیت انتخاب دارند.

در نمودار AMMI2 مکان‌های ورامین و مشهد (S1 و S3) به عنوان کلان محیط اول شناخته شده و لاین‌های شماره ۷، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴ و ۳۵ به عنوان لاین‌های برتر برای این کلان محیط شناسائی شدند. به عبارت دیگر این لاین‌ها بهترین پاسخ را در مکان‌های فوق نشان داده و با این مکان‌ها سازگاری خصوصی داشتند. لاین‌های شماره ۱، ۸، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۹، ۲۲ و ۲۴ سازگاری خصوصی با منطقه میناب (S2) نشان داده و لاین‌های برتر برای این منطقه ۳۰ شناخته شدند. لاین‌های شماره ۱۷ و ۲۳، ۲۶ و نیز لاین‌های برتر برای مکان مازندران (S4)



شکل ۲- بای‌پلات مدل AMMI2 بر اساس دو مولفه اول برای اثر متقابل لاین‌ها و محیط‌های مورد بررسی

Fig. 2. Biplot of AMMI2 model based on two first components for interaction effects of lines and environments

بودنـد. در تعیین لاین‌های سازگار با مناطق خاص، از ذکر لاین‌هایی که برای تمامی مناطق پایدار بوده‌اند صرف نظر شد.

در مجموع، مقایسه میانگین عملکرد لاین‌ها (جـدول‌هـای ۵ و ۹)، بررسـی میـزان عـددی ضریب تغییرات ژنوتیپ بین مکان‌ها (جـدول ۵) و همچنین نتایج حاصل از تجزیه پایـداری AMMI (شـکل‌هـای ۱ و ۲) نشـان داد کـه لاین‌های شماره ۳، ۴، ۵، ۸، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۲۷، ۳۲، ۳۳ و ۳۵ داری عملکـرد بالا و پایداری عمومی مناسب هستند، لـذا ایـن لاین‌ها به عنوان لاین‌های برتر انتخاب شدند. لاین‌های شماره ۱، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۲۴، ۲۶، ۲۸ و ۲۹ دارای عملکرد بالا در برخی مکان‌ها بودند و سازگاری خصوصی بالائی با این مناطق داشتند، بنابراین قابلیت گزینش برای این مناطق را دارند، با این هدف که در مراحل آتی اصلاحی به عنوان رقم در مناطق مربوطه معرفی شوند. در مجموع ۲۲ لاین مذکور به عنوان لاین‌های برتر جهت ادامه این برنامه به‌نژادی انتخاب شدند (جدول ۱۰).

References

Anonymous 2012. Available: http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx

Bagheri, M., and Keshavarz, S. 2011. Pure line selection from 5 Iranian eggplant (*Solanum melongena* L.) landraces. Iranian Journal of Horticultural Science 12 (1): 77-84 (in Persian).

Farsi, M., and Bagheri, A. 2006. Principles of Plant Breeding. Jihade Daneshgahi of Mashhad Publication, Mashhad, Iran. 376 pp. (in Persian).

Gauch, H. G., and Zobel, R. W. 1997. Identifying mega-envitonments and targeting genotypes. Crop Science 31: 311-326.

Hari, H. K. 2003. Vegetable Breeding, Principles and Practices. Oscar Publications, Cambridge, UK. 188 pp.

Harlan, J. R. 1975. Crop and Man. American Society of Agronomy, Madison, USA.

Kallo, G. 1988. Vegetable Breeding, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.

Kallo, G., and Berg, B. D. 1993. Genetic Improvement of Vegetables Crops. Pergamon, Oxford, UK. 727 pp.

Vojdani, P. 1993. The role of gene bank and plant genetic material in improvement of crops. Proceedings of the 1st Agronomy and Plant Breeding Congress, Karaj, Iran. pp: 287-292 (in Persian).

Yazdi Samadi, B., Rezaie, A., and Valizadeh, M. 1998. Statistical Designs in Agricultural Research. Tehran University Publications, Tehran, Iran. 764 pp. (in Persian).